

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-080952

(43)Date of publication of application : 21.03.2000

(51)Int.Cl.

F02D 41/18

F02D 13/02

F02D 41/04

F02D 45/00

(21)Application number : 10-250988

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 04.09.1998

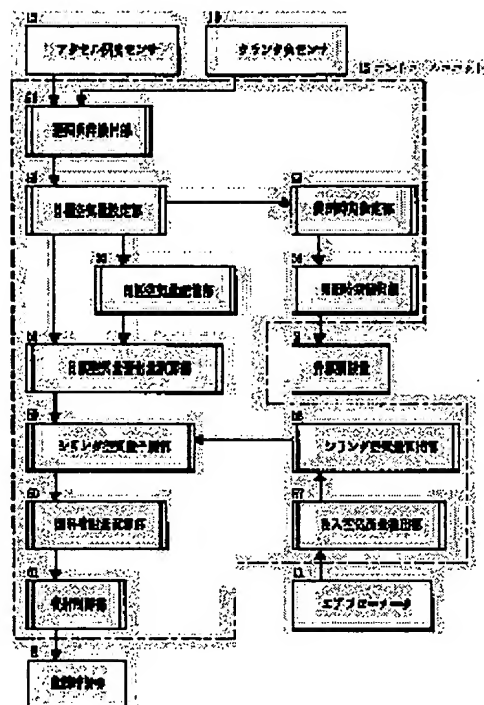
(72)Inventor : HIRASAWA TAKAHIKO  
NAGAISHI HATSUO  
MATSUMOTO MIKIO

## (54) INTAKE AIR QUANTITY DETECTOR FOR ENGINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the control accuracy of an air-fuel ratio at the time of transition in an engine for controlling a cylinder intake air quantity by variably controlling the closing time of an intake valve.

**SOLUTION:** In a cylinder air quantity calculation section 58, the detecting results of an air flowmeter 11 are integrated for the period of a suction stroke, and a cylinder intake air quantity  $Q_a$  is calculated. On the other hand, the closing time of an intake valve is set by an opening/closing time setting section 53 according to a target cylinder intake air quantity TTP set by a target air quantity setting section 52, and the closing time of the intake valve is set by an opening/closing time control unit 54. In a target air quantity change calculating section 56, the changed quantity  $\Delta TTP$  of the target cylinder intake air quantity TTP is calculated and, in a cylinder air quantity predicting section 59, on the assumption that an increase/decrease is made by an amount equal to the changed quantity  $\Delta TTP$  in a next suction stroke with respect to a cylinder intake air quantity  $Q_{a1}$  in a previous suction stroke, a next cylinder intake air quantity  $Q_e$  is predicted.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A target cylinder air-content setting means to set up the target cylinder inhalation air content for every intake stroke according to a service condition, The cylinder air-content control means which control an actual cylinder inhalation air content according to the cylinder inhalation air content of the target set up with this target cylinder air-content setting means, The air flow meter which detects the intake air flow of an engine, and a cylinder inhalation air-content operation means to calculate a cylinder inhalation air content based on the intake air flow detected by this air flow meter, The cylinder inhalation air content in the last intake stroke calculated with this cylinder inhalation air-content operation means, Inhalation air-content detection equipment of the engine characterized by consisting of variation of the cylinder inhalation air content of the target set up with the aforementioned target cylinder air-content setting means including a cylinder inhalation air-content prediction means to predict the cylinder inhalation air content in a next intake stroke.

[Claim 2] Inhalation air-content detection equipment of the engine according to claim 1 characterized by the aforementioned cylinder air-content control means controlling an actual cylinder inhalation air content to a target cylinder inhalation air content by controlling the closed time of an inlet valve.

[Claim 3] Inhalation air-content detection equipment of the engine according to claim 2 characterized by being constituted so that an intake air flow may be integrated until it is the composition of calculating a cylinder inhalation air content in the aforementioned cylinder inhalation air-content operation means integrating the intake air flow detected with the aforementioned air flow meter during open [ of the aforementioned inlet valve ] and predetermined delay time passes from the closed time of the aforementioned inlet valve.

[Claim 4] The aforementioned target cylinder air-content setting means as a parameter equivalent to a target cylinder inhalation air content It is the composition of setting up the target close time of the aforementioned inlet valve. the aforementioned cylinder inhalation air-content prediction means Inhalation air-content detection equipment of the engine according to claim 2 or 3 characterized by amending the cylinder inhalation air content in the last intake stroke calculated with the aforementioned cylinder inhalation air-content operation means according to the variation of the aforementioned target close time, and predicting the cylinder inhalation air content in a next intake stroke.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the technology of detecting the cylinder inhalation air content for every intake stroke, in detail about the inhalation air-content detection equipment of an engine.

[0002]

[Description of the Prior Art] The Miller cycle engine which controlled the inhalation air content is known, controlling the closed stage of an inlet valve and taking in inhalation of air in the state of atmospheric pressure from the former, (refer to JP,7-91265,A official report). . Moreover, in the composition which weight averages the detection result of the air flow meter which detects the intake air flow of an engine, a weighting factor is made small at a transient and the technology of improving the responsibility of the flow rate detection in a transient is known (refer to JP,2-227528,A).

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in the aforementioned Miller cycle engine, since a cylinder inhalation air content will be controlled by the closed stage of an inlet valve for every cylinder, to determine the amount of fuel supply according to each cylinder according to the cylinder inhalation air content for every cylinder is desired from the point of air-fuel ratio control precision.

[0004] Here, by this prediction method, although the cylinder inhalation air content in the intake stroke could be predicted when the closed stage of an inlet valve was determined beforehand, when the error over an actual cylinder inhalation air content was large and considered as the composition which makes the upstream of an inlet valve inject fuel based on the aforementioned prediction result, there was a problem that it was difficult to control an air-fuel ratio by high precision.

[0005] On the other hand, although the air flow meter could detect the inhalation air content with a sufficient precision, since the air content inhaled by the cylinder is detected, there was a problem that high air-fuel ratio control precision was unmaintainable to a transient though the cylinder inhalation air content acquired with the closed stage after change cannot be detected in advance but a weighting factor is changed even if in the transient from which the closed stage (cylinder inhalation air content) of an inlet valve changes.

[0006] Even if it is a transient, as this invention is made in view of the above-mentioned trouble, and the cylinder inhalation air content according to each cylinder can be predicted with a sufficient precision in the engine by which a cylinder inhalation air content is controlled for every cylinder, it aims at enabling it to control an air-fuel ratio by adjustment of the fuel quantity injected by the upstream of an inlet valve with high precision.

[0007]

[Means for Solving the Problem] Therefore, invention concerning a claim 1 is constituted as shown in drawing 1 . In drawing 1 , a target cylinder air-content setting means sets up the target cylinder inhalation air content for every intake stroke according to a service condition, and cylinder air-content control means control an actual cylinder inhalation air content according to the cylinder inhalation air content of the target set up with a target cylinder air-content setting means.

[0008] On the other hand, an air flow meter detects the intake air flow of an engine, and a cylinder inhalation air-content operation means calculates a cylinder inhalation air content based on the intake air flow detected by the air flow meter. And a cylinder inhalation air-content prediction means predicts the cylinder inhalation air content in a next intake stroke from the cylinder inhalation air content in the last intake stroke calculated with the cylinder inhalation air-content operation means, and the variation of the cylinder inhalation air content of the target set up with the aforementioned target cylinder air-content setting means.

[0009] According to this composition, it is predicted as that by which the air content fluctuated a changed part of a

target cylinder inhalation air content is attracted in a cylinder by the next intake stroke to the cylinder inhalation air content detected with the air flow meter at the time of the last intake stroke. In invention concerning a claim 2, the aforementioned cylinder air-content control means considered as the composition which controls an actual cylinder inhalation air content to a target cylinder inhalation air content by controlling the closed stage of an inlet valve.

[0010] according to this composition -- an inlet valve -- electromagnetism -- a cylinder inhalation air content is controlled by constituting so that the closed stage of an inlet valve can be controlled arbitrarily, and controlling the closed stage of an inlet valve by considering as a drive valve according to a target cylinder inhalation air content for every cylinder. It shall consist of invention according to claim 3 so that an intake air flow may be integrated until it is the composition of calculating a cylinder inhalation air content in the aforementioned cylinder inhalation air-content operation means integrating the intake air flow detected with the aforementioned air flow meter during open [ of the aforementioned inlet valve ] and predetermined delay time passes from the closed stage of the aforementioned inlet valve.

[0011] Although the air content detected with an air flow meter during open [ of an inlet valve ] integrates as what shows the inhalation air content to a cylinder according to this composition, in order that an air flow meter may detect the flow before and behind an inlet valve behind time, after an inlet valve is closed, only the part of the detection delay of an air flow meter makes addition continue, and the part which flows into a cylinder just before an inlet valve is closed is also integrated certainly.

[0012] In invention according to claim 4, the aforementioned target cylinder air-content setting means as a parameter equivalent to a target cylinder inhalation air content. It is the composition of setting up the target close stage of the aforementioned inlet valve. the aforementioned cylinder inhalation air-content prediction means. It is considered as the composition which amends the cylinder inhalation air content in the last intake stroke calculated with the aforementioned cylinder inhalation air-content operation means according to the variation of the aforementioned target close stage, and predicts the cylinder inhalation air content in a next intake stroke.

[0013] According to this composition, with the composition which controls a cylinder inhalation air content by the closed stage of an inlet valve. Between a target cylinder inhalation air content and a target close stage, it has fixed correlation. Moreover, since it will have fixed correlation also between the variation of a target cylinder inhalation air content, and the variation of a target close stage, even if it replaces with the variation of a target cylinder inhalation air content and uses the variation of a target close stage. It is possible to predict a changed part to the detection result by the last air flow meter.

[0014]

[Effect of the Invention] According to invention according to claim 1, it is effective in the ability to raise air-fuel ratio control precision in the engine which could predict the next cylinder inhalation air content in a transient with a sufficient precision on the basis of the comparatively highly precise cylinder inhalation air content detected with the air flow meter in the last intake stroke, with equipped the upstream of an inlet valve with the fuel injection valve.

[0015] According to invention according to claim 2, in the engine which controls the cylinder inhalation air content of each cylinder by controlling the closed stage of an inlet valve to adjustable, it is effective in the ability to predict the cylinder inhalation air content of each cylinder with a sufficient precision also in a transient. According to invention according to claim 3, the detection response delay of an air flow meter is expected, and it is effective in the cylinder inhalation air content of each cylinder being detectable with a sufficient precision.

[0016] According to invention according to claim 4, in the engine which controls the cylinder inhalation air content of each cylinder by controlling the closed stage of an inlet valve to adjustable, it is effective in the ability to predict the cylinder inhalation air content in a next intake stroke with a sufficient precision from the variation of the aforementioned close stage.

[0017]

[Embodiments of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained based on drawing below. Each cylinder is equipped with the inlet valve 3 and exhaust valve 4 by which electronics control of the opening and closing is carried out to the 4-cylinder gasoline engine 1 with the valve driving gear 2 in drawing 2 which shows the whole gestalt composition of operation.

[0018] The suction port 5 of inlet-valve 3 upstream of each cylinder is equipped with a fuel injection valve 6, and the combustion chamber 7 is equipped with the ignition plug 8. Moreover, the ignition coil 9 is formed every aforementioned ignition plug 8. The main part of an engine 1 is equipped with the crank angle sensor 10 which outputs a unit angle signal for every unit crank angle, the air flow meter 11 which detects an intake air flow as a mass flow rate, and the coolant temperature sensor 12 which detects a circulating water temperature while outputting a reference signal with the criteria crank angle of each cylinder. In addition, the accelerator opening sensor 13 and vehicle speed sensor 14 grade which detect the opening APO of the accelerator pedal of the vehicles which are not illustrated are arranged.

[0019] The detecting signal of the various aforementioned sensors is outputted to a control unit 15, an ignition signal is outputted to the aforementioned ignition coil 9, ignition timing is controlled, further, based on these detecting signals, an injection pulse signal is outputted to the aforementioned fuel injection valve 6, and the injection quantity and fuel injection timing are controlled, and it controls [ a control unit 15 outputs a valve driving signal to the aforementioned valve driving gear 2, and ] opening and closing of an inlet valve 3 and an exhaust valve 4.

[0020] The composition of the aforementioned valve driving gear 2 is shown in drawing 3 . drawing 3 -- setting -- electromagnetism -- the valve driving gear 2 which constitutes a drive valve The housing 21 made from a non-magnetic material prepared on the cylinder head, and inlet valve 3 (or it represents with an exhaust valve 4 and the following inlet valve 3) The armature 22 which is formed in a stem 31 at one and contained by move freedom in housing 21, The electromagnet 23 for valve closing placed in a fixed position in housing 21 in the position which counters the upper surface of an armature 22 so that the electromagnetic force which this armature 22 is attracted [ electromagnetic force ] and carries out the valve-closing operation of the inlet valve 3 can be demonstrated, The electromagnet 24 for valve opening placed in a fixed position in housing 21 in the position which counters the inferior surface of tongue of an armature 22 so that the electromagnetic force which this armature 22 is attracted [ electromagnetic force ] and carries out the valve-opening operation of the inlet valve 3 can be demonstrated, It has the valve-closing side return spring 25 which energizes an armature 22 towards the valve-closing direction of an inlet valve 3, and the valve-opening side return spring 26 which energizes an armature 22 towards the valve-opening direction of an inlet valve 3, and is constituted. And when the spring force of the valve-closing side return spring 25 and the valve-opening side return spring 26 is set up by the inlet valve 3 as it is in the abbreviation mid gear between an open position and a valve-closing position when both the electromagnet 23 for valve closing and the electromagnet 24 for valve opening are demagnetized, and only the electromagnet 23 for valve closing is excited, an inlet valve 3 is closed, and when only the electromagnet 24 for valve opening is excited, an inlet valve 3 is driven so that it may open.

[0021] Although the opening-and-closing stage of the inlet valve 3 by the aforementioned valve driving gear 2 and an exhaust valve 4 is controlled so that the target opening-and-closing stage set up based on the service condition of an engine 1 comes Especially the closed stage IVC in front of the inhalation-of-air bottom dead point of an inlet valve 3 The accelerator opening APO and an engine speed Ne, or the cylinder inhalation air content (demand torque) of the target set up based on these etc. -- being based -- wide range -- adjustable control -- carrying out -- a cylinder inhalation air content -- every cylinder -- controlling -- coming -- \*\*\*\* -- thereby -- being the so-called -- a closing mirror cycle is already constituted

[0022] Here, according to the control-block view of drawing 4 , the situation of opening-and-closing control of the inlet valve 3 by the control unit 15 and an exhaust valve 4, detection control of an inhalation air content, and fuel-injection control is explained. In the service-condition detecting element 51, the accelerator opening APO and an engine speed Ne are detected based on the detecting signal from the accelerator opening sensor 13 and the crank angle sensor 10.

[0023] And in the target air-content setting section 52 (target cylinder air-content setting means), the target cylinder inhalation air content TTP (demand torque) is computed based on the aforementioned accelerator opening APO, an engine speed Ne, etc. In addition, it is good also as composition which computes the demand driving force of vehicles based on the accelerator opening APO and the vehicle speed VSP, and computes the target cylinder inhalation air content TTP (demand torque) from this demand driving force.

[0024] In the opening-and-closing stage setting section 53, the opening-and-closing stage of an inlet valve 3 and an exhaust valve 4 is set up based on the target cylinder inhalation air content TTP (demand torque) by which a setup was carried out [ aforementioned ]. And according to the opening-and-closing stage by which a setup was carried out [ aforementioned ], a valve driving signal is outputted to the aforementioned valve driving gear 2, and opening and closing of an inlet valve 3 and an exhaust valve 4 are controlled by the opening-and-closing stage control section 54. A cylinder inhalation air content will be controlled by control of the closed stage of the inlet valve 3 by the aforementioned opening-and-closing stage control section 54, and the aforementioned opening-and-closing stage control section 54 will be equivalent to cylinder air-content control means.

[0025] In addition, although a setup of the target cylinder inhalation air content in the target air-content setting section 52 and a desired value setup of the opening-and-closing stage in the opening-and-closing stage setting section 53 are performed for every minute time A final determination of the opening-and-closing stage (target cylinder inhalation air content) of the inlet valve 3 in the opening-and-closing stage control section 54 It is made to be further made from the criteria crank angle position before the open stage of an inlet valve 3 when the set of the injection quantity is performed, or this criteria crank angle position for every cylinder in the front criteria crank angle position. A change of the closed stage of the inlet valve 3 after setting the injection quantity at least shall not be made (refer to drawing 5 ).

[0026] In the target air-content storage section 55, target cylinder inhalation air-content TTP-1 in the last intake stroke is memorized. In the target air-content variation operation part 56, variation deltaTTP of the target cylinder inhalation air

content TTP in a next intake stroke and target cylinder inhalation air-content TTP-1 in the last intake stroke is calculated as  $\Delta TTP = TTP - TTP - 1$  (refer to drawing 5 ).

[0027] On the other hand, in the intake-air-flow detecting element 57, the inhalation air content  $Q_t$  per unit time is detected based on the detecting signal from the aforementioned air flow meter 11. In the cylinder air-content calculation section 58 (cylinder inhalation air-content operation means), the cylinder inhalation air content  $Q_a$  is computed for every intake stroke in integrating the aforementioned inhalation air content  $Q_t$  during the intake stroke (during the open period of an inlet valve 3).

[0028] In the addition of the above-mentioned inhalation air content  $Q_t$ , although addition is started from the open time of an inlet valve 3, after it does not stop addition with the closed time of an inlet valve 3, closed time comes and predetermined delay time passes, it is good to make it stop addition (refer to drawing 5 ). An air flow meter 11 is for detecting the flow of the inhalation of air before and behind an inlet valve 3 behind time, and this is setting up the aforementioned delay time corresponding to the aforementioned time delay, and can detect the cylinder inhalation air content  $Q_a$  with a sufficient precision.

[0029] and in the cylinder air-content prediction section 59 (cylinder inhalation air-content prediction means) Cylinder inhalation air-content  $Q_{a-1}$  in the last intake stroke computed in the aforementioned cylinder air-content calculation section 58 in the last intake stroke, An aggregate value with variation  $\Delta TTP$  of target cylinder inhalation air-content TTP-1 in the last intake stroke calculated by the aforementioned target air-content variation operation part 56, and the target cylinder inhalation air content TTP in a next intake stroke It considers as the prediction cylinder inhalation air content  $Q_e$  ( $Q_e = \Delta TTP + Q_{a-1}$ ) in a next intake stroke (refer to drawing 5 ).

[0030] Fuel oil consumption is calculated based on the aforementioned cylinder inhalation air content  $Q_e$ , it outputs to the fuel injection valve 6 in which the injection pulse signal corresponding to the fuel oil consumption by which the operation was carried out [ aforementioned ] was prepared by the cylinder of an intake stroke, and the fuel injection which doubled timing with the intake stroke according to each cylinder is made to perform by the injection control section 61 at the fuel-oil-consumption operation part 60. In the aforementioned cylinder air-content calculation section 58, the detection result of an air flow meter 11 in integrating in an intake stroke Since a detection result is outputted after an intake stroke is completed although a cylinder inhalation air content is detectable with high precision, to the transient from which a cylinder inhalation air content changes The detection result of a cylinder inhalation air content is a thing in the last intake stroke to the last. Since it differs from the cylinder inhalation air content in a next intake stroke, if fuel oil consumption is determined based on the cylinder inhalation air content computed in the aforementioned cylinder air-content calculation section 58 The fuel corresponding to the cylinder inhalation air content in the last intake stroke will be injected, and air-fuel ratio control precision will get worse.

[0031] On the other hand, although the aforementioned target cylinder inhalation air content TTP serves as a value which shows a next cylinder inhalation air content to a transient The cylinder inhalation air content which controls the closed stage of an inlet valve 3 based on the target cylinder inhalation air content TTP, and is actually acquired, An error arises between the aforementioned target cylinder inhalation air contents TTP, and if fuel injection is controlled as that from which the cylinder inhalation air content of the aforementioned target cylinder inhalation air content TTP is actually acquired, although transient change can be followed, an air-fuel ratio is uncontrollable with high precision.

[0032] Then, with the gestalt of this operation, only a changed part of the cylinder inhalation air content between the last intake stroke and a next intake stroke is specified from the target cylinder inhalation air content TTP, and this change has predicted the next cylinder inhalation air content as what is generated to the detection result by the air flow meter 11 in the last intake stroke. That is, supposing \*\*20% of error is between the target cylinder inhalation air content TTP and the cylinder inhalation air content actually acquired, when it will be the composition to which fuel injection is made to carry out as it is as a cylinder inhalation air content [ in / a next intake stroke / for the target cylinder inhalation air content TTP ], \*\*20% of error will arise to the whole cylinder air content. However, if it considers as the composition which calculates only a changed part between intake strokes from the target cylinder inhalation air content TTP While \*\*20% of error will arise only to a changed part between intake strokes Since the inhalation air content  $Q_a$  in the last intake stroke is detectable with a sufficient precision based on the detection result of an air flow meter 11 An air-content error can be made small more sharply than the case where the target cylinder inhalation air content TTP is made into the cylinder inhalation air content in a next intake stroke as it is, with air-fuel ratio control precision can be raised.

[0033] Here, when the portion in connection with detection of a cylinder inhalation air content is extracted among the control shown in the control-block view of aforementioned drawing 4 , it comes to be shown in the flow chart of drawing 6 . In the flow chart of drawing 6 , the cylinder inhalation air content  $Q_a$  of each cylinder is calculated from the air content detected with an air flow meter 11 by S1 (cylinder inhalation air-content operation means).

[0034] The accelerator opening APO etc. is detected in S2. In S3 (target cylinder air-content setting means), the target cylinder inhalation air content TTP is set up based on the aforementioned accelerator opening APO etc. In S4, variation



deltaTTP between the intake strokes of the aforementioned target cylinder inhalation air content TTP is calculated.

[0035] Let the aggregate value of cylinder inhalation air-content  $Q_{a-1}$  detected with the air flow meter 11 in the last intake stroke, and variation deltaTTP of the aforementioned target cylinder inhalation air content be the cylinder inhalation air content  $Q_e$  ( $Q_e = \text{delta TTP} + Q_{a-1}$ ) in a next intake stroke in S5 (cylinder inhalation air-content prediction means). In addition, although considered as the composition which amends cylinder inhalation air-content  $Q_{a-1}$  detected by last time with the air flow meter by variation deltaTTP of the target cylinder inhalation air content TTP, and predicts the cylinder inhalation air content  $Q_e$  in a next intake stroke with the form of the above-mentioned implementation

Instead of the target cylinder inhalation air content TTP, the target close time of the inlet valve 3 set up according to this target cylinder inhalation air content TTP is used. It is good also as composition which carries out the multiplication of the constant to the variation of this target close time, changes into an amendment air content, amends cylinder inhalation air-content  $Q_{a-1}$  detected with the air flow meter 11 by this amendment air content at the last intake stroke, and predicts the cylinder inhalation air content  $Q_e$  in a next intake stroke.

---

[Translation done.]

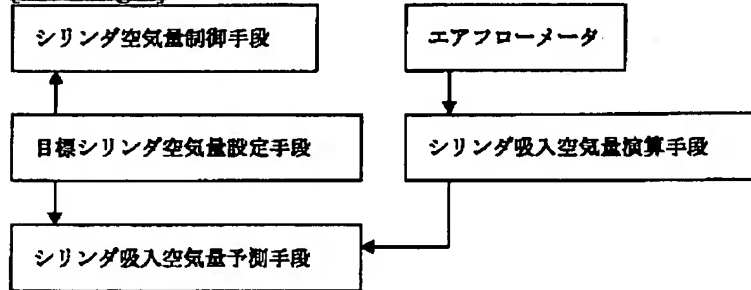
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

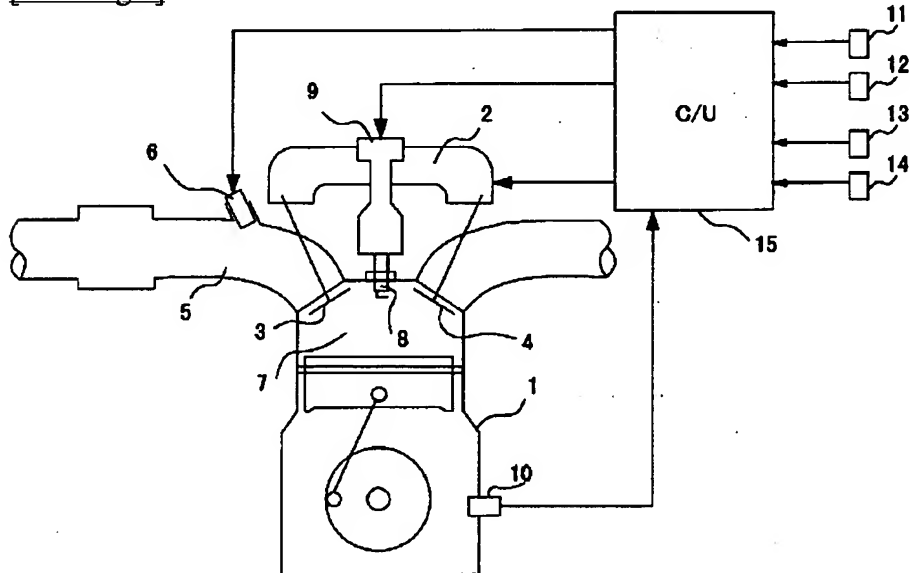
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

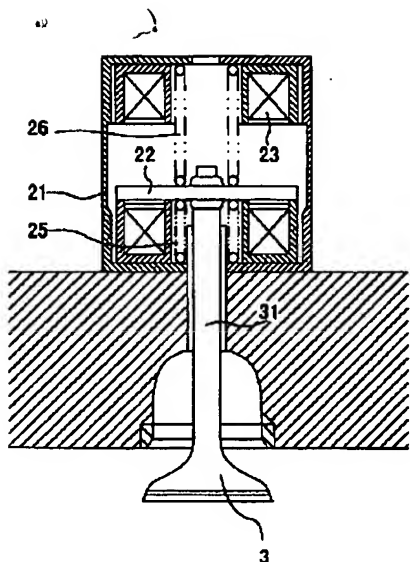


[Drawing 2]

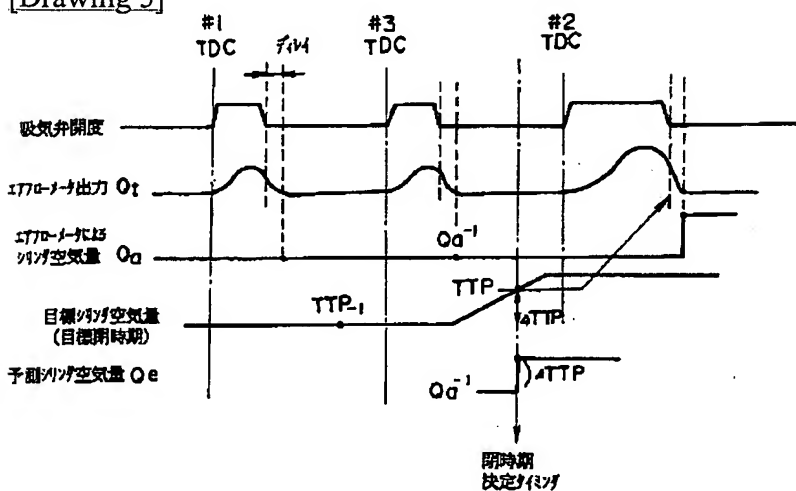


[Drawing 3]

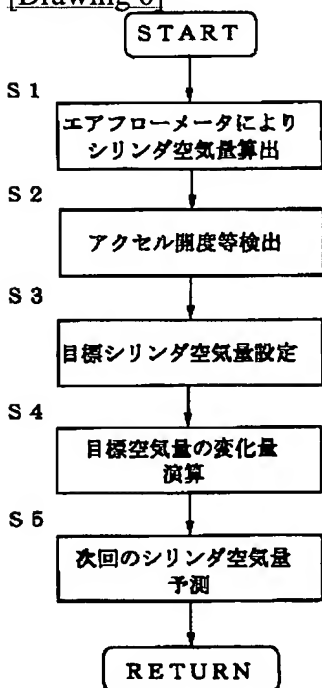




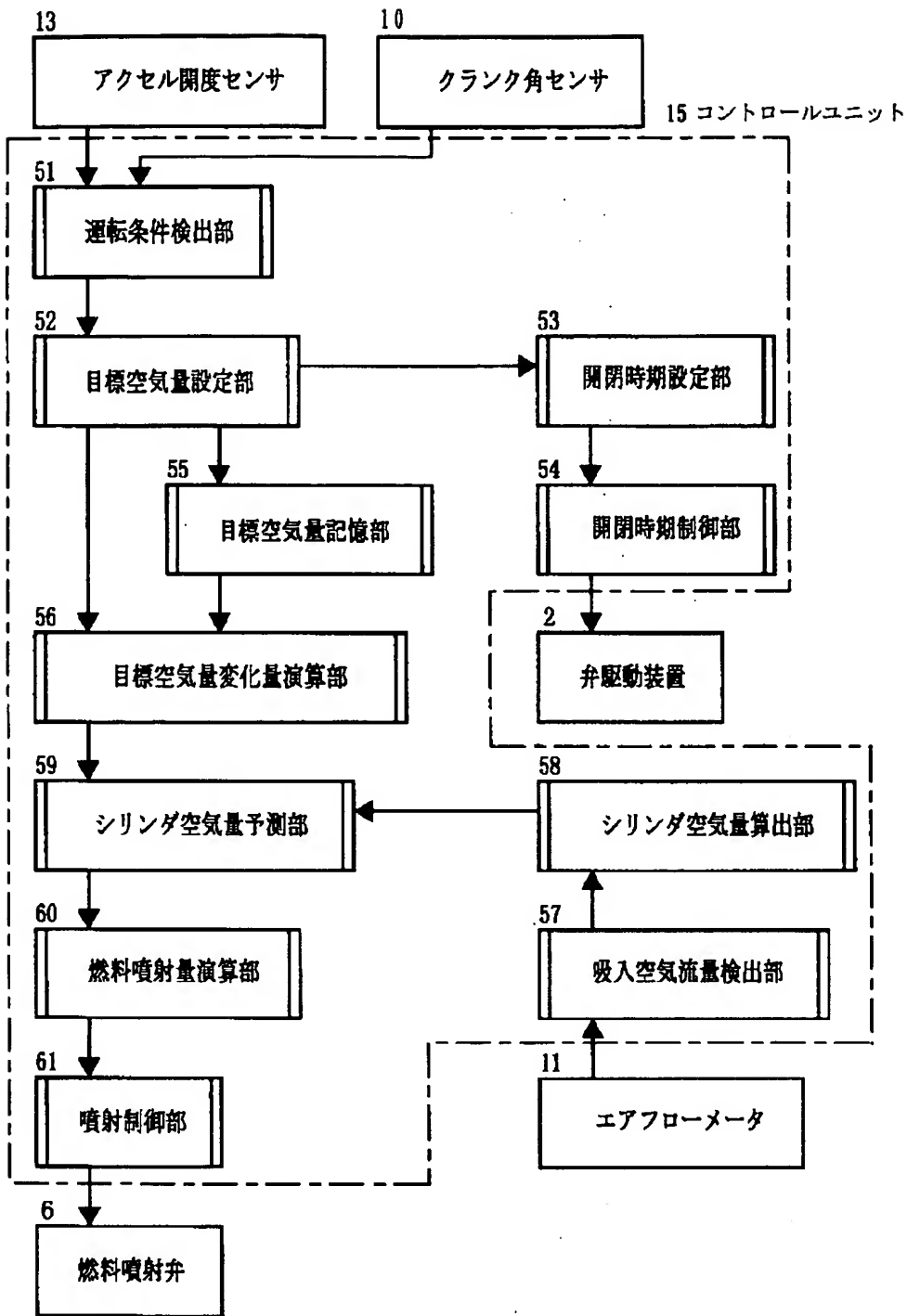
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 4]



(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-80952

(P 2000-80952 A)

(43) 公開日 平成12年3月21日 (2000. 3. 21)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード (参考)

F 0 2 D 41/18

F 0 2 D 41/18

Z 3G084

13/02

13/02

G 3G092

D 3G301

H

41/04 3 2 0

41/04 3 2 0

審査請求 未請求 請求項の数 4

O L

(全 8 頁)

最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-250988

(22) 出願日 平成10年9月4日 (1998. 9. 4)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 平澤 崇彦

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72) 発明者 永石 初雄

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(74) 代理人 100078330

弁理士 笹島 富二雄

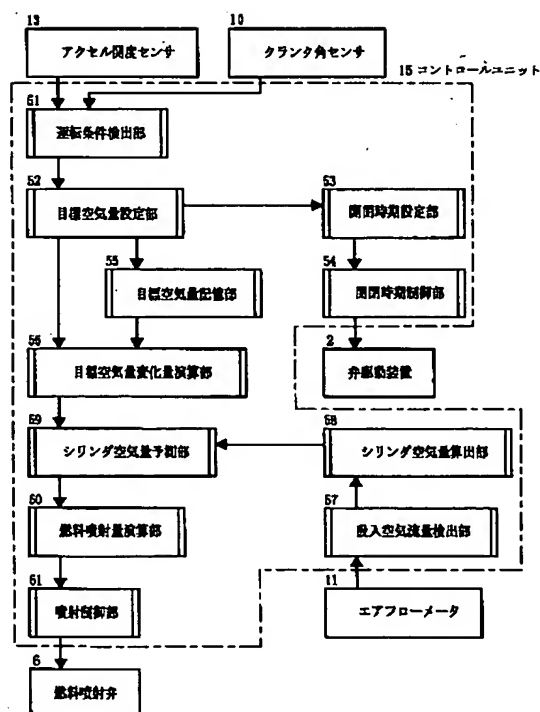
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの吸入空気量検出装置

(57) 【要約】

【課題】 吸気弁の開閉時期を可変に制御することで、シリンダ吸入空気量を制御するエンジンにおいて、過渡時にシリンダ吸入空気量を精度良く検出できるようにして、空燃比の制御精度を向上させる。

【解決手段】 シリンダ空気量算出部58では、エアフローメータ11の検出結果を吸気行程の間積算し、シリンダ吸入空気量 $Q_a$ を求める。一方、目標空気量設定部52で設定される目標のシリンダ吸入空気量TTP に応じて、開閉時期設定部53で吸気弁の開閉時期を設定し、開閉時期制御部54が吸気弁の開閉時期を制御する。また、目標空気量変化量演算部56では、前記目標のシリンダ吸入空気量TTP の変化量 $\Delta TTP$  を求め、シリンダ空気量予測部59では、前回の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量 $Q_{a-1}$  に対して、次回の吸気行程では前記変化量 $\Delta TTP$  だけ増減するものとして、次回のシリンダ吸入空気量 $Q_e$ を予測する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 運転条件に応じて吸気行程毎の目標シリンダ吸入空気量を設定する目標シリンダ空気量設定手段と、

該目標シリンダ空気量設定手段で設定される目標のシリンダ吸入空気量に応じて実際のシリンダ吸入空気量を制御するシリンダ空気量制御手段と、

エンジンの吸入空気流量を検出するエアフローメータと、

該エアフローメータにより検出される吸入空気流量に基づいてシリンダ吸入空気量を演算するシリンダ吸入空気量演算手段と、

該シリンダ吸入空気量演算手段で演算された前回の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量と、前記目標シリンダ空気量設定手段で設定される目標のシリンダ吸入空気量の変化量とから、次回の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量を予測するシリンダ吸入空気量予測手段と、

を含んで構成されたことを特徴とするエンジンの吸入空気量検出装置。

【請求項 2】 前記シリンダ空気量制御手段が、吸気弁の閉時期を制御することにより実際のシリンダ吸入空気量を目標のシリンダ吸入空気量に制御することを特徴とする請求項 1 記載のエンジンの吸入空気量検出装置。

【請求項 3】 前記シリンダ吸入空気量演算手段が、前記エアフローメータで検出される吸入空気流量を前記吸気弁の開期間中に積算することでシリンダ吸入空気量を演算する構成であって、前記吸気弁の閉時期から所定のデレイ時間が経過する時点まで吸入空気流量を積算するよう構成されたことを特徴とする請求項 2 記載のエンジンの吸入空気量検出装置。

【請求項 4】 前記目標シリンダ空気量設定手段が、目標のシリンダ吸入空気量に相当するパラメータとして、前記吸気弁の目標閉時期を設定する構成であり、前記シリンダ吸入空気量予測手段が、前記シリンダ吸入空気量演算手段で演算された前回の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量を前記目標閉時期の変化量に応じて補正して次回の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量を予測することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のエンジンの吸入空気量検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はエンジンの吸入空気量検出装置に関し、詳しくは、吸気行程毎のシリンダ吸入空気量を検出する技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から、吸気弁の閉時期を制御して吸気を大気圧状態で取り入れつつ吸入空気量を制御するようにしたミラーサイクルエンジンが知られている（特開平 7-91265 公報参照）。また、エンジンの吸入空気流量を検出するエアフローメータの検出結果を加重平

均する構成において、過渡時に重み係数を小さくして、過渡時における流量検出の応答性を改善する技術が知られている（特開平 2-227528 号公報参照）。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、前記ミラーサイクルエンジンにおいては、各気筒毎に吸気弁の閉時期によってシリンダ吸入空気量が制御されることになるので、各気筒毎のシリンダ吸入空気量に応じて各気筒別に燃料供給量を決定することが、空燃比制御精度の点から望まれる。

【0004】 ここで、吸気弁の閉時期が予め決定されていれば、その吸気行程でのシリンダ吸入空気量を予測できるものの、かかる予測方法では、実際のシリンダ吸入空気量に対する誤差が大きく、前記予測結果に基づいて吸気弁の上流側に燃料を噴射させる構成とすると、空燃比を高い精度で制御することが困難であるという問題があった。

【0005】 一方、エアフローメータは、吸入空気量を精度良く検出できるものの、シリンダに吸入された空気量を検出するものであるから、吸気弁の閉時期（シリンダ吸入空気量）が変化する過渡時には、変化後の閉時期で得られるシリンダ吸入空気量を事前に検出することはできず、たとえ重み係数を変化させたとしても、過渡時に高い空燃比制御精度を維持できないという問題があった。

【0006】 本発明は上記問題点を鑑みなされたものであり、各気筒毎にシリンダ吸入空気量が制御されるエンジンにおいて、各気筒別のシリンダ吸入空気量を、過渡時であっても精度良く予測できるようにして、吸気弁の上流側に噴射される燃料量の調整によって高精度に空燃比を制御できるようにすることを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 そのため、請求項 1 に係る発明は、図 1 に示すように構成される。図 1 において、目標シリンダ空気量設定手段は、運転条件に応じて吸気行程毎の目標シリンダ吸入空気量を設定し、シリンダ空気量制御手段は、目標シリンダ空気量設定手段で設定される目標のシリンダ吸入空気量に応じて実際のシリンダ吸入空気量を制御する。

【0008】 一方、エアフローメータは、エンジンの吸入空気流量を検出し、シリンダ吸入空気量演算手段は、エアフローメータにより検出される吸入空気流量に基づいてシリンダ吸入空気量を演算する。そして、シリンダ吸入空気量予測手段は、シリンダ吸入空気量演算手段で演算された前回の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量と、前記目標シリンダ空気量設定手段で設定される目標のシリンダ吸入空気量の変化量とから、次回の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量を予測する。

【0009】 かかる構成によると、前回の吸気行程時にエアフローメータで検出されたシリンダ吸入空気量に対

して、目標のシリンダ吸入空気量の変化分だけ増減した空気量が次の吸気行程でシリンダ内に吸引されるものと予測する。請求項2に係る発明では、前記シリンダ空気量制御手段が、吸気弁の閉時期を制御することにより実際のシリンダ吸入空気量を目標のシリンダ吸入空気量に制御する構成とした。

【0010】かかる構成によると、例えば吸気弁を電磁駆動弁とすることで、吸気弁の閉時期を任意に制御できるよう構成し、吸気弁の閉時期を目標のシリンダ吸入空気量に応じて制御することで、各気筒毎にシリンダ吸入空気量を制御する。請求項3記載の発明では、前記シリンダ吸入空気量演算手段が、前記エアフローメータで検出される吸入空気流量を前記吸気弁の開期間中に積算することでシリンダ吸入空気量を演算する構成であって、前記吸気弁の閉時期から所定のディレイ時間が経過する時点まで吸入空気流量を積算するよう構成されるものとした。

【0011】かかる構成によると、吸気弁の開期間中にエアフローメータで検出される空気量がシリンダへの吸入空気量を示すものとして積算するが、エアフローメータは吸気弁前後の流れを遅れて検出することになるため、吸気弁が閉じられてからもエアフローメータの検出遅れの分だけ積算を継続させ、吸気弁が閉じられる直前にシリンダに流入する分も確実に積算されるようにする。

【0012】請求項4記載の発明では、前記目標シリンダ空気量設定手段が、目標のシリンダ吸入空気量に相当するパラメータとして、前記吸気弁の目標閉時期を設定する構成であり、前記シリンダ吸入空気量予測手段が、前記シリンダ吸入空気量演算手段で演算された前回の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量を前記目標閉時期の変化量に応じて補正して次の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量を予測する構成とした。

【0013】かかる構成によると、吸気弁の閉時期によってシリンダ吸入空気量を制御する構成では、目標のシリンダ吸入空気量と目標閉時期との間には一定の相関を有し、また、目標のシリンダ吸入空気量の変化量と目標閉時期の変化量との間にも一定の相関を有することになるから、目標のシリンダ吸入空気量の変化量に代えて目標閉時期の変化量を用いても、前回のエアフローメータによる検出結果に対する変化分を予測することが可能である。

【0014】

【発明の効果】請求項1記載の発明によると、前回の吸気行程においてエアフローメータで検出した比較的高精度なシリンダ吸入空気量を基礎として、過渡状態における次のシリンダ吸入空気量を精度良く予測でき、以て、吸気弁の上流側に燃料噴射弁を備えたエンジンにおいて空燃比制御精度を向上させることができるという効果がある。

【0015】請求項2記載の発明によると、吸気弁の閉時期を可変に制御することで、各気筒のシリンダ吸入空気量を制御するエンジンにおいて、各気筒のシリンダ吸入空気量を過渡時においても精度良く予測できるという効果がある。請求項3記載の発明によると、エアフローメータの検出応答遅れを見込んで、各気筒のシリンダ吸入空気量を精度良く検出できるという効果がある。

【0016】請求項4記載の発明によると、吸気弁の閉時期を可変に制御することで、各気筒のシリンダ吸入空気量を制御するエンジンにおいて、前記閉時期の変化量から次の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量を精度良く予測できるという効果がある。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。実施の形態の全体構成を示す図2において、4気筒ガソリンエンジン1には、弁駆動装置2により開閉が電子制御される吸気弁3及び排気弁4が各気筒に装着されている。

【0018】各気筒の吸気弁3上流側の吸気ポート5には、燃料噴射弁6が装着され、燃焼室7には点火栓8が装着されている。また、前記点火栓8毎に点火コイル9が設けられている。エンジン1の本体には、各気筒の基準クランク角で基準信号を出力すると共に、単位クランク角毎に単位角信号を出力するクランク角センサ10、吸入空気流量を質量流量として検出するエアフローメータ11、冷却水温度を検出する水温センサ12が装着される。この他、図示しない車両のアクセルペダルの開度APOを検出するアクセル開度センサ13や車速センサ14等が配設されている。

【0019】前記各種センサ類の検出信号はコントロールユニット15に出力され、コントロールユニット15は、これらの検出信号に基づいて前記燃料噴射弁6に噴射パルス信号を出力して噴射量・噴射時期の制御を行い、前記点火コイル9に点火信号を出力して点火時期の制御を行い、更に、前記弁駆動装置2に弁駆動信号を出力して吸気弁3及び排気弁4の開閉を制御する。

【0020】前記弁駆動装置2の構成を図3に示す。図3において電磁駆動弁を構成する弁駆動装置2は、シリンダヘッド上に設けられる非磁性材料製のハウジング21と、吸気弁3（又は排気弁4、以下吸気弁3で代表する）のステム31に一体に設けられてハウジング21内に移動自由に収納されるアーマチュア22と、該アーマチュア22を吸引して吸気弁3を開弁作動させる電磁力を発揮可能のようにアーマチュア22の上面に対向する位置でハウジング21内に固定配置される開弁用電磁石23と、該アーマチュア22を吸引して吸気弁3を開弁作動させる電磁力を発揮可能のようにアーマチュア22の下面に対向する位置でハウジング21内に固定配置される開弁用電磁石24と、吸気弁3の開弁方向に向けてアーマチュア22を付勢する閉弁側戻しバネ25と、吸気弁3の開弁方向に向けて

アーマチュア22を付勢する開弁側戻しバネ26と、を備えて構成される。そして、開弁用電磁石23と開弁用電磁石24とを共に消磁したときに、吸気弁3は全開位置と閉弁位置との間の略中央位置にあるように、閉弁側戻しバネ25と開弁側戻しバネ26とのバネ力が設定され、閉弁用電磁石23のみを励磁したときに吸気弁3は閉弁し、開弁用電磁石24のみを励磁したときに吸気弁3は開弁するように駆動される。

【0021】前記弁駆動装置2による吸気弁3及び排気弁4の開閉時期は、エンジン1の運転条件に基づいて設定された目標開閉時期となるように制御されるが、特に、吸気弁3の吸気下死点前の閉時期IVCを、アクセル開度APOとエンジン回転速度Ne、或いはこれらに基づいて設定された目標のシリンダ吸入空気量(要求トルク)などに基づいて広範囲に可変制御してシリンダ吸入空気量を各気筒毎に制御するようになっており、これにより、所謂早閉じミラーサイクルが構成される。

【0022】ここで、図4の制御ブロック図に従って、コントロールユニット15による吸気弁3及び排気弁4の開閉制御、吸入空気量の検出制御及び燃料噴射制御の様子を説明する。運転条件検出部51では、アクセル開度センサ13、クランク角センサ10からの検出信号に基づいてアクセル開度APO、エンジン回転速度Neを検出する。

【0023】そして、目標空気量設定部52(目標シリンダ空気量設定手段)では、前記アクセル開度APO、エンジン回転速度Ne等に基づいて目標シリンダ吸入空気量TTP(要求トルク)を算出する。なお、アクセル開度APOと車速VSPとに基づいて車両の要求駆動力を算出し、該要求駆動力から目標シリンダ吸入空気量TTP(要求トルク)を算出する構成としてもよい。

【0024】開閉時期設定部53では、前記設定された目標シリンダ吸入空気量TTP(要求トルク)等に基づき、吸気弁3及び排気弁4の開閉時期を設定する。そして、開閉時期制御部54では、前記設定された開閉時期に応じて前記弁駆動装置2に弁駆動信号を出力して吸気弁3及び排気弁4の開閉を制御する。前記開閉時期制御部54による吸気弁3の閉時期の制御によってシリンダ吸入空気量が制御されることになり、前記開閉時期制御部54がシリンダ空気量制御手段に相当することになる。

【0025】尚、目標空気量設定部52における目標シリンダ吸入空気量の設定、及び、開閉時期設定部53における開閉時期の目標値設定は微小時間毎に行われるが、開閉時期制御部54における吸気弁3の開閉時期(目標シリンダ吸入空気量)の最終的な決定は、噴射量のセットが行われる吸気弁3の開時期よりも前の基準クランク角位置又は該基準クランク角位置よりも更に前の基準クランク角位置で各気筒毎になされるようにしてあり、少なくとも噴射量をセットしてからの吸気弁3の閉時期の変更は行われないものとする(図5参照)。

【0026】目標空気量記憶部55では、前回の吸気行程での目標シリンダ吸入空気量 $TTP_{-1}$ を記憶する。目標空気量変化量演算部56では、今回の吸気行程における目標シリンダ吸入空気量TTPと前回の吸気行程における目標シリンダ吸入空気量 $TTP_{-1}$ との変化量 $\Delta TTP$ を、 $\Delta TTP = TTP - TTP_{-1}$ として演算する(図5参照)。

【0027】一方、吸入空気流量検出部57では、前記エアフローメータ11からの検出信号に基づいて単位時間当たりの吸入空気量Qtを検出する。シリンダ空気量算出部58(シリンダ吸入空気量演算手段)では、吸気行程期間中(吸気弁3の開期間中)に前記吸入空気量Qtを積算することで、各吸気行程毎にシリンダ吸入空気量Qaを算出する。

【0028】上記の吸入空気量Qtの積算においては、吸気弁3の開時期から積算を開始するが、吸気弁3の閉時期で積算を停止させるのではなく、閉時期になってから所定のディレイ時間が経過してから積算を停止させるようにすると良い(図5参照)。これは、エアフローメータ11が、吸気弁3前後の吸気の流れを遅れて検出するためであり、前記ディレイ時間を前記遅れ時間に対応して設定することで、シリンダ吸入空気量Qaを精度良く検出できることになる。

【0029】そして、シリンダ空気量予測部59(シリンダ吸入空気量予測手段)では、直前の吸気行程において前記シリンダ空気量算出部58で算出された前回の吸気行程でのシリンダ吸入空気量 $Qa_{-1}$ と、前記目標空気量変化量演算部56で演算された前回の吸気行程における目標シリンダ吸入空気量 $TTP_{-1}$ と今回の吸気行程における目標シリンダ吸入空気量TTPとの変化量 $\Delta TTP$ との加算値を、今回の吸気行程における予測シリンダ吸入空気量Qe( $Qe = \Delta TTP + Qa_{-1}$ )とする(図5参照)。

【0030】燃料噴射量演算部60では、前記シリンダ吸入空気量Qeに基づいて燃料噴射量を演算し、噴射制御部61では、前記演算された燃料噴射量に対応する噴射パルス信号を吸気行程の気筒に設けられた燃料噴射弁6に出力して、各気筒別に吸気行程にタイミングを合わせた燃料噴射を行わせる。前記シリンダ空気量算出部58では、エアフローメータ11の検出結果を吸気行程中に積算することで、シリンダ吸入空気量を高精度に検出できるものの、吸気行程が終了してから検出結果が出力されるから、シリンダ吸入空気量が変化する過渡時には、シリンダ吸入空気量の検出結果はあくまで前回の吸気行程におけるものであり、今回の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量とは異なるから、前記シリンダ空気量算出部58で算出されたシリンダ吸入空気量に基づいて燃料噴射量を決定すると、前回の吸気行程でのシリンダ吸入空気量に見合った燃料を噴射することになり、空燃比制御精度が悪化することになる。

【0031】一方、前記目標シリンダ吸入空気量TTPは、過渡時に次のシリンダ吸入空気量を示す値となるが、目標シリンダ吸入空気量TTPに基づいて吸気弁3の閉時期を制御して実際に得られるシリンダ吸入空気量と、前記目標シリンダ吸入空気量TTPとの間には誤差が生じ、前記目標シリンダ吸入空気量TTPのシリンダ吸入空気量が実際に得られるものとして燃料噴射を制御すると、過渡変化には追従できるものの、空燃比を高精度に制御できない。

【0032】そこで、本実施の形態では、目標シリンダ吸入空気量TTPから前回の吸気行程と次の吸気行程との間でのシリンダ吸入空気量の変化分のみを特定し、該変化が前回の吸気行程でのエアフローメータ11による検出結果に対して発生するものとして、次のシリンダ吸入空気量を予測するようにしてある。即ち、目標シリンダ吸入空気量TTPと実際に得られるシリンダ吸入空気量との間に例えば±20%の誤差があったとすると、目標シリンダ吸入空気量TTPをそのまま次の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量として燃料噴射を行わせる構成とすると、シリンダ空気量の全体に対して±20%の誤差が生じることになる。しかし、吸気行程間の変化分のみを目標シリンダ吸入空気量TTPから求める構成とすれば、吸気行程間の変化分に対してのみ±20%の誤差が生じることになる一方、前回の吸気行程での吸入空気量Qaはエアフローメータ11の検出結果に基づいて精度良く検出できるから、目標シリンダ吸入空気量TTPをそのまま次の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量とする場合よりも大幅に空気量誤差を小さくでき、以て、空燃比制御精度を向上させることができる。

【0033】ここで、前記図4の制御ブロック図に示される制御のうち、シリンダ吸入空気量の検出に関わる部分を抽出すると図6のフローチャートに示すようになる。図6のフローチャートにおいて、S1（シリンダ吸入空気量演算手段）では、エアフローメータ11で検出される空気量から各気筒のシリンダ吸入空気量Qaを求める。

【0034】S2では、アクセル開度APO等を検出する。S3（目標シリンダ空気量設定手段）では、前記アクセル開度APO等に基づいて目標シリンダ吸入空気量TTPを設定する。S4では、前記目標シリンダ吸入空

気量TTPの吸気行程間での変化量ΔTTPを演算する。

【0035】S5（シリンダ吸入空気量予測手段）では、前回の吸気行程においてエアフローメータ11で検出されたシリンダ吸入空気量Qa-1と、前記目標シリンダ吸入空気量の変化量ΔTTPとの加算値を、次の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量Qe（ $Qe = \Delta TTP + Qa_{-1}$ ）とする。尚、上記実施の形態では、目標シリンダ吸入空気量TTPの変化量ΔTTPで前回にエアフローメータで検出されたシリンダ吸入空気量Qa-1を補正して、次の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量Qeを予測する構成としたが、目標シリンダ吸入空気量TTPの代わりに、該目標シリンダ吸入空気量TTPに応じて設定される吸気弁3の目標閉時期を用い、該目標閉時期の変化量に定数を乗算して補正空気量に変換し、該補正空気量によって前回の吸気行程でエアフローメータ11で検出されたシリンダ吸入空気量Qa-1を補正して、次の吸気行程におけるシリンダ吸入空気量Qeを予測する構成としても良い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1に係る発明の構成を示すブロック図。

【図2】実施の形態に係るシステム構成図。

【図3】同上実施の形態における弁駆動装置の構成を示す断面図。

【図4】同上実施の形態における制御ブロック図。

【図5】同上実施の形態における制御特性を示すタイムチャート。

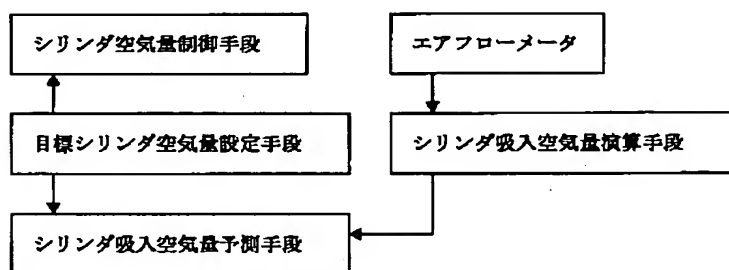
【図6】同上実施の形態における空気量の検出制御を示すフローチャート。

#### 【符号の説明】

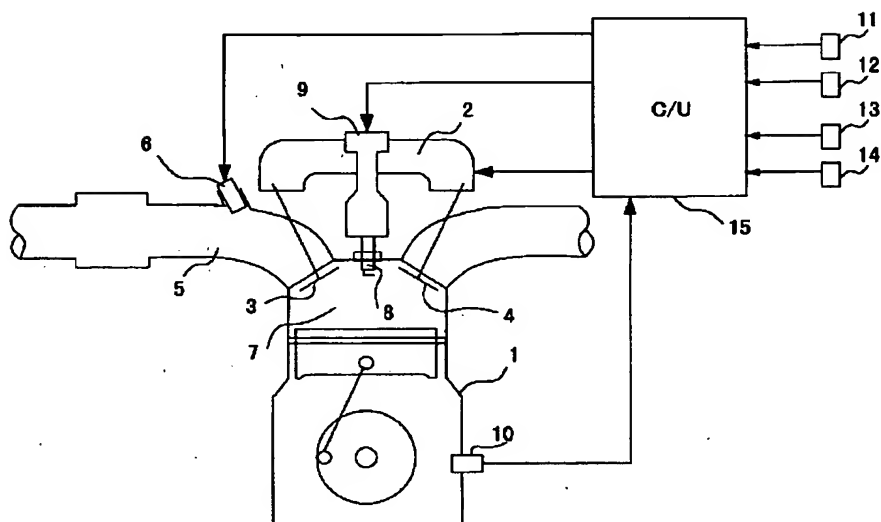
- |    |           |
|----|-----------|
| 1  | エンジン      |
| 2  | 弁駆動装置     |
| 3  | 吸気弁       |
| 4  | 排気弁       |
| 6  | 燃料噴射弁     |
| 7  | 燃焼室       |
| 10 | クランク角センサ  |
| 11 | エアフローメータ  |
| 12 | 水温センサ     |
| 13 | アクセル開度センサ |



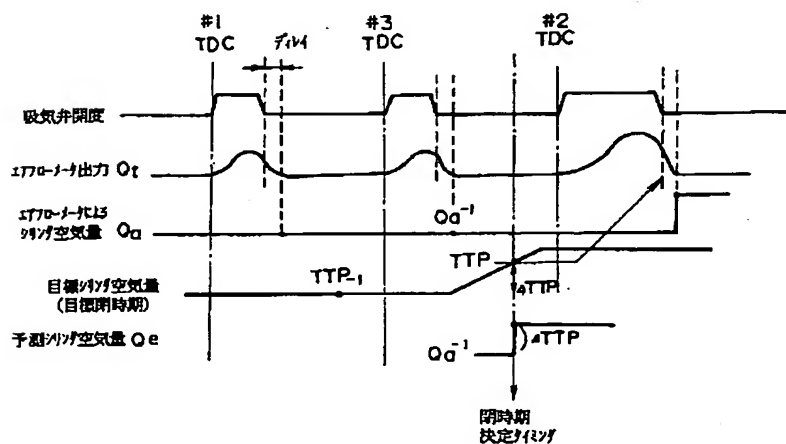
【図1】



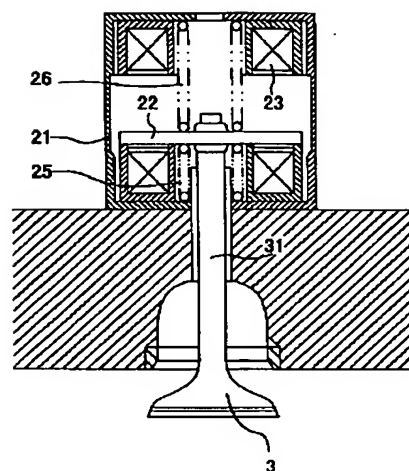
【図2】



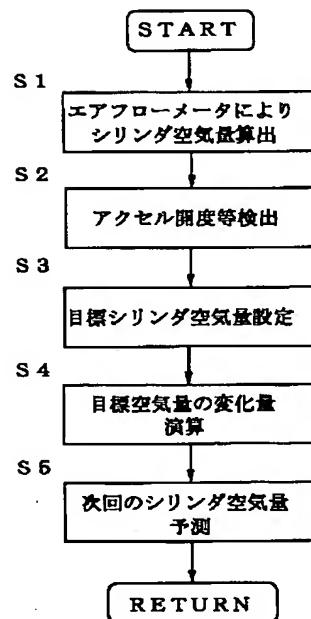
【図5】



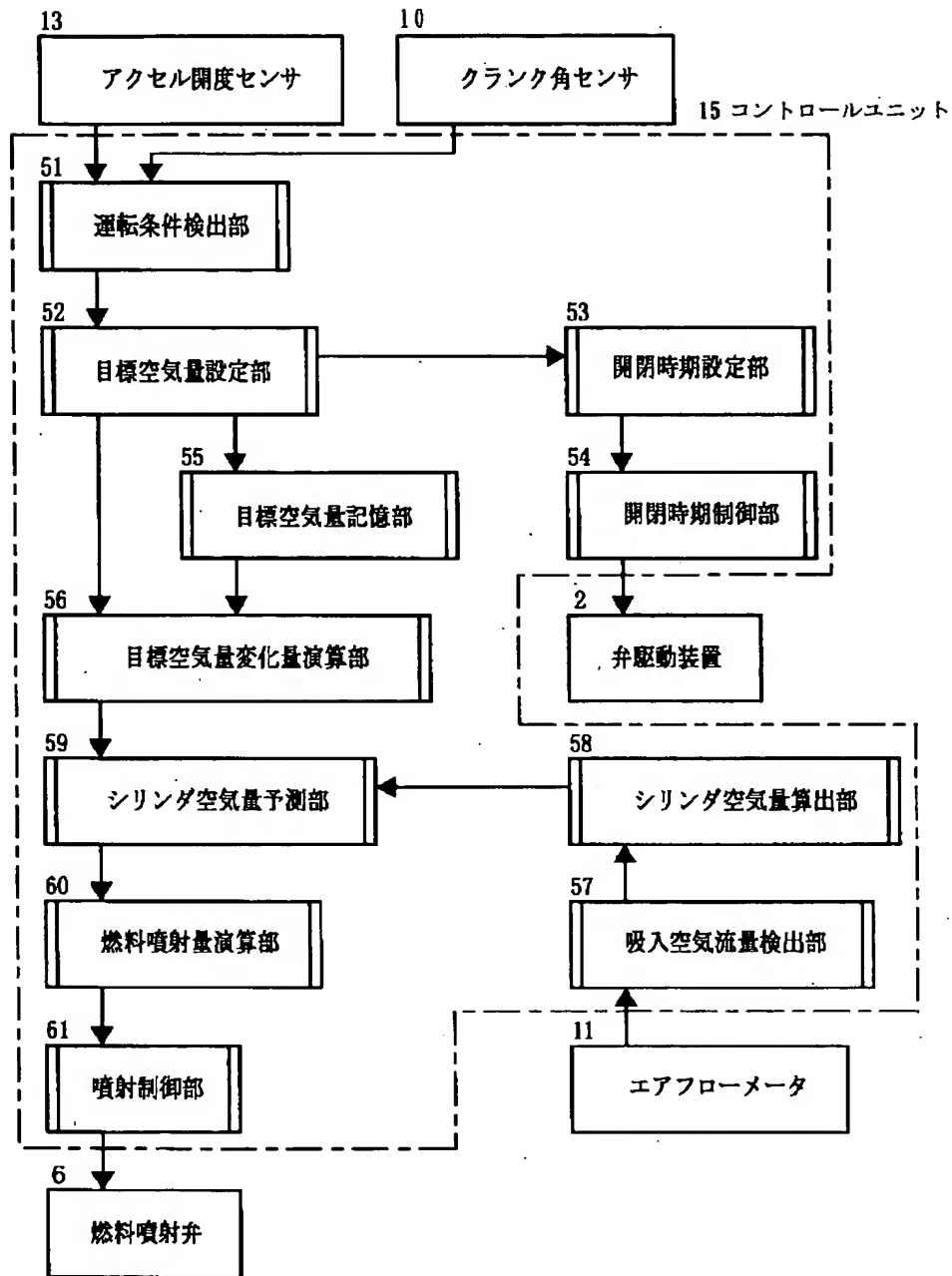
【図3】



【図6】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

F 0 2 D 45/00

識別記号

3 3 5

3 6 6

F I

F 0 2 D 45/00

テマコード (参考)

3 3 5 Z

3 6 6 F

(72) 発明者 松本 幹雄  
神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産  
自動車株式会社内

F ターム (参考) 3G084 BA04 BA13 BA15 BA23 CA04  
CA06 DA04 DA25 FA05 FA10  
FA20 FA33 FA38  
3G092 AA01 DA03 DA07 EA16 EA17  
FA06 GA11 HA01Z HE01Z  
HE03Z HE08Z HF08Z HF21Z  
3G301 HA01 HA19 JA00 KA11 LA07  
MA01 MA11 MA18 NA06 NB02  
NE22 PA01Z PE01Z PE03Z  
PE08Z PF01Z PF03Z